

УДК 624.073

*Канд. техн. наук Г.Л. Ватуля,
аспіранти А.А. Шевченко,
Д.В. Головка*

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО И ПРЕДЕЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ
СТАЛЕБЕТОННЫХ КРУГЛЫХ ПЛИТ**

Представил д-р техн. наук, профессор В.П. Кожушко

Введение. Снижение ресурсоемкости строительства может быть достигнуто на основе освоения новых эффективных видов конструкций из армированного бетона, к числу которых относятся конструкции с внешним армированием листовой сталью. Наибольший эффект от внешнего армирования достигается в изгибаемых в двух направлениях плитах перекрытий и покрытий зданий.

Анализ исследований. Плоский стальной лист работает в условиях двухосного растяжения, благодаря чему повышается жесткость и несущая способность плиты при одинаковом расходе металла по сравнению с железобетонной [1, 2]. Настоящая работа является развитием исследований [3].

Целью данного экспериментального исследования является: определение характера деформирования и разрушения сталебетонной пластины при силовом нагружении и различных схемах расположения анкеров; определение предельных нагрузок на сталебетонные пластины и изучение предельного состояния; проверка разработанного расчетного аппарата путем сопоставления теоретических и экспериментальных данных.

Изложение материала исследования. Для изучения вопросов, положенных в основу экспериментальных исследований, было изготовлено шесть опытных образцов, представляющих собой круглых в плане плит радиусом 500 мм и толщиной 50 мм. Каждый образец состоял из следующих составных частей: армоопалубочного элемента, выполненного из плоского металлического листа толщиной 2 мм и бетонного слоя.

Образец П-1 и П-2 запроектирован и изготовлен в виде бетонной плиты с внешним армированием из листовой стали. Для совместной работы листовая арматура объединена с бетоном наклонными петлевыми анкерами, расположенными по радиусам с шагом 100 мм. Их наклон к горизонтальной поверхности составляет 45° в направлении от центра к контуру плиты.

Образец П-3 и П-4 отличается от П-1 и П-2 тем, что петлевые анкера расположены с шагом 50 мм.

Образец П-5 и П-6 отличается от П-1 и П-2 тем, что петлевые анкера расположены с шагом 200 мм.

Анкера приваривались к стальному листу ручной полуавтоматической сваркой.

Бетонирование опытных образцов было выполнено в лаборатории строительных материалов Украинской государственной академии железнодорожного транспорта. Для изготовления бетонной смеси использовали мелкозернистый бетон с В:Ц=0,43. При изготовлении бетонной смеси применялся портландцемент марки М500 Балаклейского цементного завода ОАО «Балцем», песок Полтавского песчаного карьера и щебень крупностью 5...25 мм. Перед бетонированием отсеб был тщательно очищен от пылеватых частиц. Проектный состав бетона уточняли замесами. После бетонирования плиты устанавливали их на вибростол для уплотнения бетонной смеси.

Испытание производили нагружением образцов ступенями примерно 0,4 т. За нулевой отсчет принимали показания регистрирующих приборов под нагрузкой только от собственного веса. После каждой ступени нагружения плиты оценивалось состояние бетонной поверхности и стального листа. Появившиеся признаки разрушения фиксировались в журнале испытаний и помечались мелом на поверхности плиты. На каждой ступени нагружения образцы выдерживались под нагрузкой в течение времени, необходимого для снятия показаний со всех приборов.

Вертикальные перемещения точек плиты в процессе нагружения фиксировались вдоль оси симметрии индикаторами часового типа с ценой деления 0,01 мм и прогибомерами Аистова с ценой деления 0,01 мм.

Деформации измеряли методом электротензометрии с применением тензорезисторов с базой 20 мм на стальном листе и 50 мм – на бетоне. Для обеспечения надежных показаний деформаций поверхность на бетоне и стали была тщательно зачищена и обезжирена. Показания тензорезисторов регистрировали многоканальной измерительной системой ВПП-9.

Прогибы измеряли в середине плиты под точкой приложения груза индикатором часового типа.

После завершения испытания экспериментального образца производилось вскрытие стального листа, что дало возможность оценить разрушение бетона на контакте стального листа и бетона.

В результате испытания опытных образцов были получены данные деформирования их под нагрузкой. Сравнение диаграмм «нагрузка-прогиб» (рис. 1), полученных для центральной точки плиты, позволяет отметить, что перемещение плит каждой серии носили различный характер. Можно отметить, что диаграммы «нагрузка-прогиб» для всех образцов имели нелинейный характер, который обусловлен образованием трещин в растянутой зоне бетона и развитием деформаций в компонентах сечения.

Результаты измерения деформаций в сталебетонных образцах показали, что пластические деформации в стальном листе появляются уже при нагрузке 6 т, а при нагрузке 8-12 т происходит разрушение верхнего волокна бетона в середине плиты. Это сопровождается ростом прогибов плиты в середине на 50 %. Разрушение плит происходило из-за продавливания бетона под штампом. По результатам испытаний круглых сталебетонных плит были построены замкнутые кривые прогибов конструкции (рис. 2-4). Эти кривые иллюстрируют динамику развития пластических свойств внешней арматуры от разрушающей нагрузки.

Вывод. В результате испытания круглых сталебетонных плит были получены данные о характере их напряженно-деформированного состояния на различных этапах нагружения, а также данные о характере трещинообразования и предельном состоянии конструкции. Исследование полученных данных позволило выявить влияние шага анкерных упоров на несущую способность и деформативность сталебетонных плит.

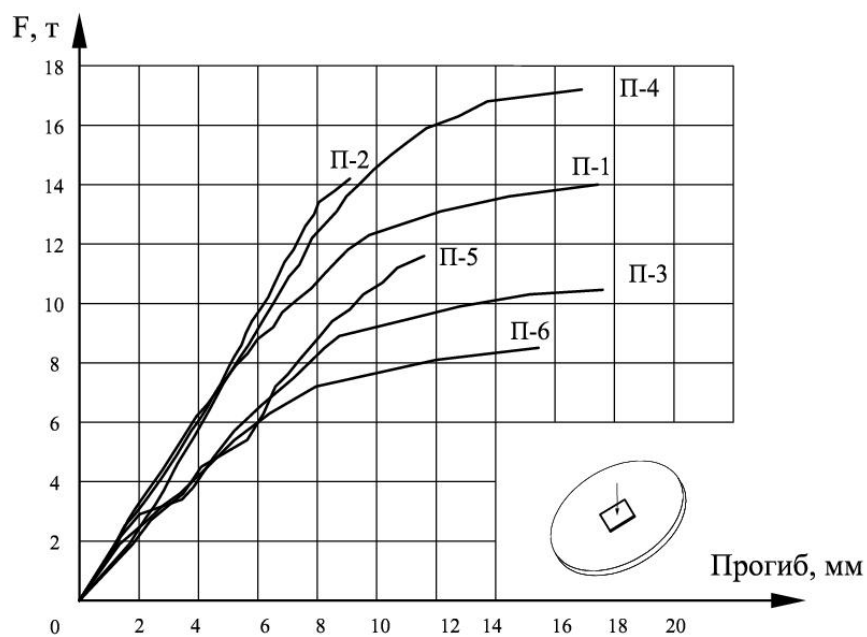


Рис. 1. Экспериментальные кривые деформирования плит:
 П-1, П-2 шаг анкеров 100 мм; П-3, П-4 шаг анкеров 50 мм; П-5, П-6 шаг анкеров 200 мм

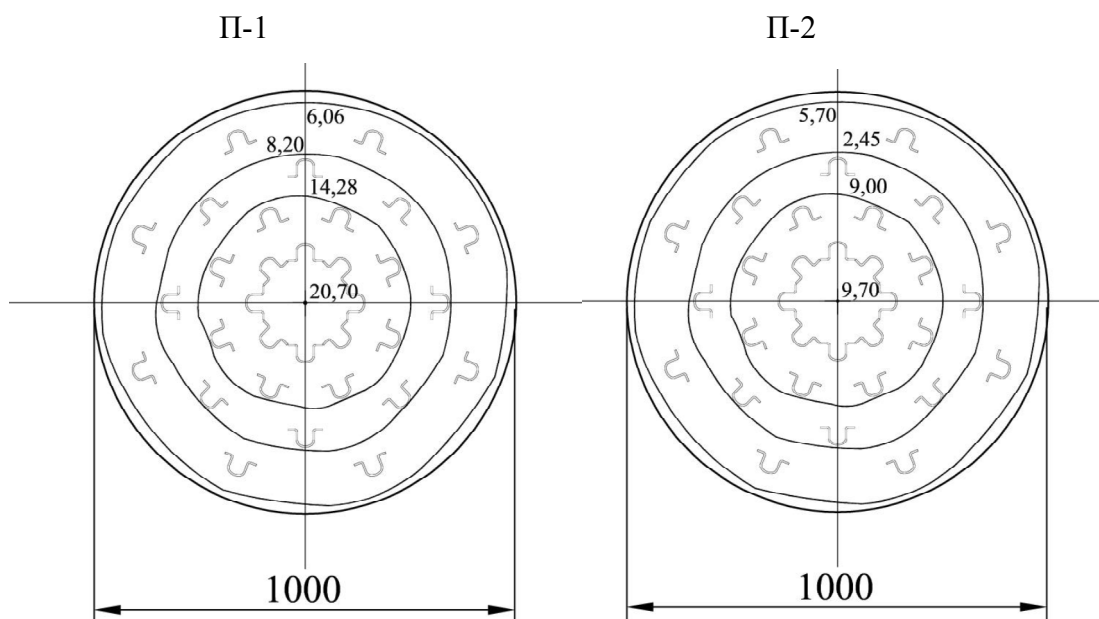


Рис. 2. Развитие деформаций по сталебетонной плите с шагом анкеров 100 мм

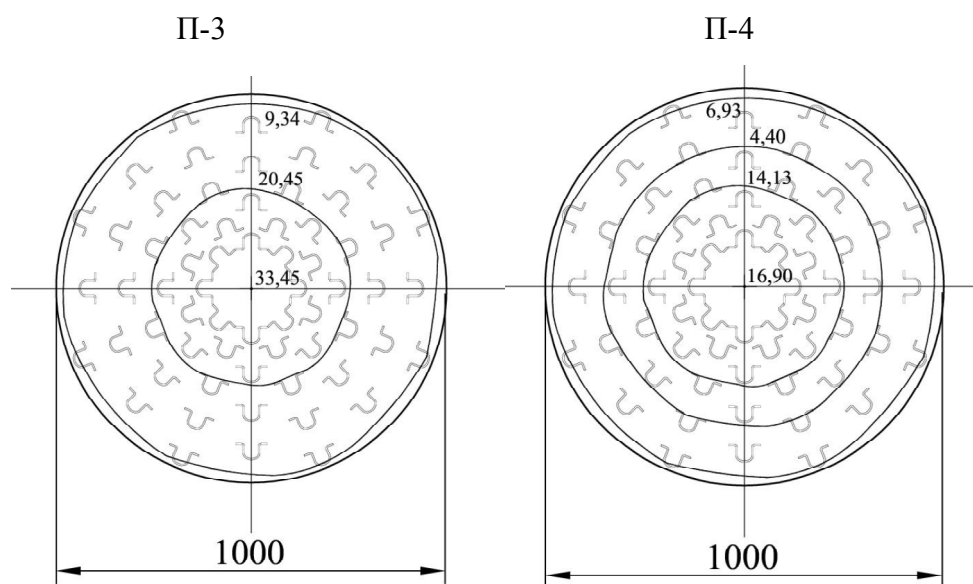


Рис. 3. Развитие деформаций по сталебетонной плите с шагом анкеров 50 мм

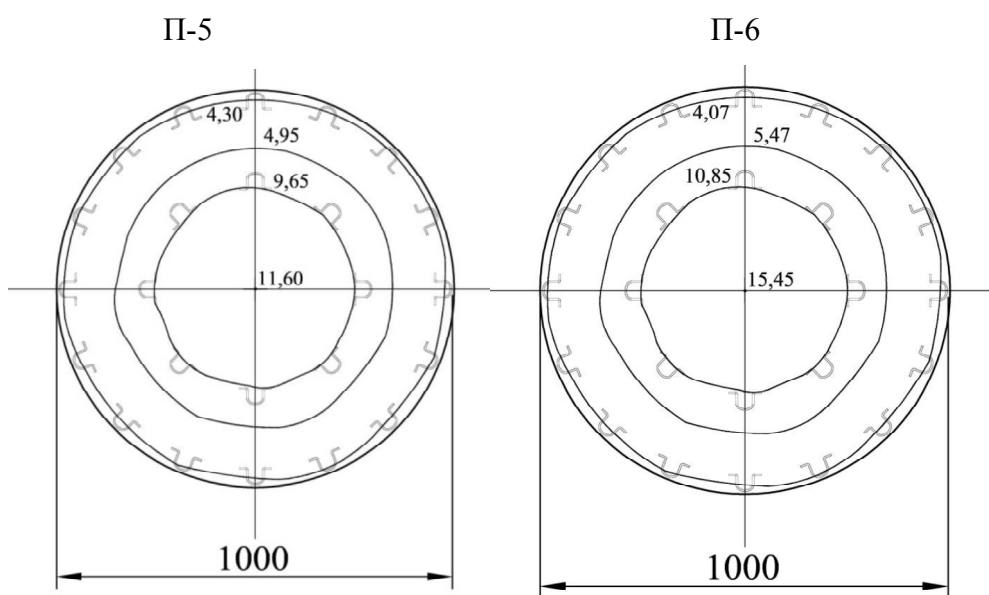


Рис. 4. Развитие деформаций по сталебетонной плите с шагом анкеров 200 мм

Список литературы

1. Чихладзе, Э.Д. Теория деформирования сталебетонных плит [Текст] / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов // Совершенствование методов расчета и проектирования конструкций и сооружений: сб. науч. трудов. – Харьков: ХарГАЖТ, 1996. – Вып. 27 –С. 4-39.
2. Chikhladze, E.D. Experimental Researches of Steel-Concrete Plates [Text] / Chikhladze, E.D., Vatulya G.L. // Shells and spatial structures: from resent past to the next millennium // Proceedings of the IASS 40th Anniversary Congress – Madrid, 1999. – Vol. 1. – P.13-18.

3. Китов, Ю.П. Расчет круглых сталебетонных тонких плит [Текст] /Ю.П. Китов, А.А. Шевченко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. праць. – Рівне: НУВГП, 2011. – Вип. 22. – С. 368-375.

Ключевые слова: сталебетонная плита, внешнее армирование, петлевые анкера, физико-механические свойства, напряженно-деформированное состояние, несущая способность, пластические свойства.

Аннотации

Розглядаються круглі сталебетонні плити, які спираються на контур. В роботі наведено результати експериментальних досліджень плит із зовнішньою листовою арматурою, яка поєднана із бетоном за допомогою анкерів. Зроблено опис дослідних моделей, їх напружено-деформованого та граничного стану, вичерпання несучої здатності.

Рассматриваются круглые, опертые по контуру, сталебетонные плиты. В работе приводятся результаты экспериментальных исследований плит с внешней листовой арматурой, соединенной с бетоном при помощи анкером. Приведены данные об экспериментальных моделях, их напряженно-деформированном и предельном состоянии, исчерпании несущей способности.

Steel concrete slabs have the support contour. The authors provide the experimental researches of round slabs with external steel reinforcement. The experimental slab models were describes in the article together with characteristics of stress-strained and ultimate state of experimental slab and carrying capacity exhaustion data.